

УДК 574:539.16.047

Е. В. Антонова, В. Н. Позолотина

Институт экологии растений и животных УрО РАН,
620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202,
selen@ipae.uran.ru

ВЛИЯНИЕ ХРОНИЧЕСКОГО ОБЛУЧЕНИЯ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПОПУЛЯЦИИ ПУСТЫРНИКА ПЯТИЛОПАСТНОГО

Ключевые слова: Восточно-Уральский радиоактивный след, малые дозы радиации, метеоусловия, *Leonurus quinquelobatus*, качество семенного потомства.

Экологические системы существуют в изменчивых погодных условиях. Антропогенная нагрузка создает повышенное напряжение в системе и порождает разнообразные ответы организмов на сочетанное внешнее воздействие [1–4]. Поскольку популяции являются элементарными единицами микроэволюции [5], защита окружающей среды от действия радиации должна быть ориентирована на надорганизменный уровень [6].

В период с 2006–2018 гг. исследована динамика качества семенного потомства пустырника пятилопастного (*Leonurus quinquelobatus* Gilib.), более 60 лет произрастающего в условиях хронического облучения [7] в зоне Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС). Погодные условия оценивали ежемесячно по температурным характеристикам, осадкам и индексу аридности (I_A). Семена пустырника проращивали в физиологически благоприятный период, оценивая жизнеспособность, радиочувствительность и мутабельность семенного потомства [8].

Мощность поглощенной дозы материнских растений в зоне ВУРСа [9] варьировала от 0,22 до 70 мкГр/ч. Эти значения превышают фоновый уровень в Уральском регионе (~0,1 мкГр/ч) на 1–2 порядка [8]. Не обнаружено однозначной зависимости между дозовой нагрузкой материнских растений и качеством их потомства. Однако в большинстве случаев показатели жизнеспособности семенного потомства пустырника из зоны ВУРСа были ниже, чем в фоновых популяциях, а погодные условия оказывали на них существенное влияние. Это подтверждено большим количеством значимых коэффициентов корреляции между погодными условиями и физиологическим откликом в импактных выборках, а также при сравнении коэффициентов линейной регрессии (b_0 и b_1). Так, по индексу аридности за апрель (I_{A4}), оказывающего значимое влияние на качество семян пустырника в обеих зонах, показано почти пятикратное превышение коэффициента b_1 для хронически облучаемых выборок, следовательно, эффект влияния данного фактора для зоны ВУРСа был сильнее.

Выживаемость проростков на стадии листообразования и длина корней объективно характеризовали ответ растений на предпосевное гамма-облучение семян пустырника. Для фоновых и импактных выборок обнаружено 4 общих факторов ($T_{cp.1}$, ΣP_{11} , $\Sigma T_{эф.6}$, I_{A4}), значимо влияющих на радиоустойчивость семян пустырника. Значения коэффициента b_0 для импактных выборок были в 1,9–3,4, а b_1 в 0,8–3,8 раза выше, чем на фоновых площадках, что свидетельствует о большем влиянии погодных факторов на радиоустойчивость импактных семян. Для большинства взаимодействий «погода – физиологический отклик на облучение» в фоновых выборках зависимости были положительные, а в импактных – отрицательные.

В фоновых выборках разнообразие аномалий у проростков было почти в 2 раза меньше, чем в импактных, и все они положительно связаны с количеством осадков. Всего для фоновых и импактных выборок обнаружено 5 общих метеорологических факторов (ΣP_3 , IA_4 , IA_7 , ΣP_{11} , $\Sigma P_{эф.9-8}/\Sigma T_{эф.4-8}$), значимо влияющих на мутабельность пустырника. При этом только индекс IA_4 действовал положительно на формирование аномалий в развитии у проростков в обеих зонах. Другие указанные выше погодные условия в фоновых популяциях давали положительные эффекты, а в импактных – отрицательные. Так, значение коэффициента b_0 для схожих, но не идентичных факторов ($\Sigma P_{эф.10-7}/\Sigma T_{эф.6-7}$; $\Sigma P_{эф.10-6}/\Sigma T_{эф.5-8}$) в импактных выборках был равен 3,4, что было численно сопоставимо с b_0 в фоновых (–3,3). В то же время b_1 импактных выборок (–43,3) превышал коэффициент фоновых популяций в 3,6 раза, что свидетельствует о силе влияния данных метеофакторов и противоположной направленности их действия в условиях техногенной нагрузки [8].

Таким образом, семенное потомство пустырника с высокой жизнеспособностью и низкой долей аномалий в развитии формируется при дефиците осадков и повышенной температуре в начале вегетационного сезона независимо от уровня дозовых нагрузок материнских растений. Физиологический отклик на такие же метеоусловия, оцененный по радиоустойчивости семян, в фоновых выборках был позитивный, а в импактных – негативный. Зависимости между ΣP_{11} и качеством семян в фоновых выборках были положительные, а в импактных – отрицательные. Эффект влияния погодных условий на качество семян пустырника из зоны ВУРСа проявлялся, как правило, сильнее, чем за его пределами.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института экологии растений и животных УрО РАН (AAAA-A19-119032090023-0).

Список литературы

1. Sparrow A. H., Schwemmer S. S., Bottino P. J. // Radiation Botany. 1971. Vol. 11 (2). P. 85–118.
2. Petin V. G., Zhurakovskaya G. P., Komarova L. N., Ryabova S. V. // Russian Journal of Ecology. 1998. Vol. 29(5). P. 338–343.
3. Pozolotina V. N., Antonova E. V. // International Journal of Radiation Biology. 2017. Vol. 93(3). P. 330–339.
4. Geras'kin S., Vasiliyev D., Makarenko E. et al. // Environmental Science and Pollution Research. 2017. Vol. 24(12). P. 11240–11253.
5. Тимофеев-Ресовский Н. В., Яблоков А. В., Глотов Н. В. Очерк учения о популяции Москва: Наука, 1973. 278 с.
6. Bréchignac F. // International Journal of Radiation Biology. P. 1–9.
7. Molchanova I., Mikhailovskaya L., Antonov K. et al. // Journal of Environmental Radioactivity. 2014. Vol. 138(6). P. 238–248.
8. Antonova E. V., Pozolotina V. N. // Russian Journal of Ecology. 2020. Vol. 51 (5). P. 417–429.
9. Karimullina E. M., Mikhailovskaya L. N., Pozolotina V. N., Antonova E. V. // Environmental Science and Pollution Research. 2018. Vol. 25(14). P. 13975–13987.